Universität Konstanz
Fachbereich Physik
Priv. Doz. Dr. Peter Keim

Ausgabedatum: 07.11.2016
Abgabedatum: 14.11.2016
Besprechung 16.11.2016

ÜbungsgruppenleiterInnen: A. Grupp, A. Liehl, J. Schmidt, J. Bühler
J. Roller, L. Siedentop, M. Fischer

Übungen zu Integrierter Kurs III (Experimentalteil)

Blatt 03

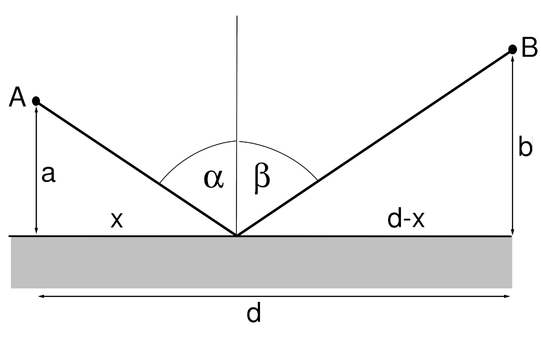
Aufgabe 7: Energiestromdichte (mündlich, 1 Kreuzchen)

a) Die Solarkonstante beträgt $I = 1,35kW/m^2$. Gehen Sie davon aus, dass dies der über eine Periode gemittelte Betrag des Poyntingvektors einer linear polarisierten Lichtwelle ist. Berechnen Sie die Amplituden des elektrischen Feldes $\vec{E}$ und des magnetischen Feldes $\vec{B}$ der Lichtwelle. Errechnen Sie auch die Impulsstromdichte.
Vergleichen Sie die Kraft, die der Strahlungsdruck der Sonne auf eine Fläche von einem Quadratdezimeter ausübt mit der Coulombkraft zwischen Elektron und Kern im Wasserstoffatom; der Abstand vom Elektron zum Proton beträgt 0,53 Å.

b) Selbe Aufgabenstellung wie in a) für einen Laser-Spot mit einer Fläche von $10^{-9}\ m^2$ und einer Leistung von 200 mW.

Aufgabe 8: Reflexionsgesetz aus Extremalprinzip (mündlich, 1 Kreuzchen)

Auf dem ersten Übungsblatt wurde das Brechungsgesetz durch das Extremalprinzip hergeleitet. Nun soll auf gleicher Weise das Reflexionsgesetz gezeigt werden.



Die Strecken a, b und d seien fest vorgegeben. Bestimmen Sie den Punkt auf der Spiegefläche, den ein Lichtstrahl, der von A nach B geht, trifft. Zeigen Sie zudem, dass $\alpha = \beta$ gelten muss.

Aufgabe 9: Lorentzoszillator (schriftlich, 10 Punkte)

Das klassische Modell des Lorentzoszillators (nach Hendrik Antoon Lorentz) beschreibt ein an den Atomrumpf gebundenes Elektron, welches durch ein elektrisches Feld zu harmonischen Oszillationen angeregt wird. Die Gleichung eines angeregten, gedämpften Oszillators lautet

$$m_e\ddot{x} + m_e\gamma\dot{x} + m_e\omega_0^2 x = q_e E(t)$$

a) Erläutern Sie die Bedeutung jedes Terms!

b) Es sei nun $E = E_0 e^{i\omega t}$ und $x = x_0 e^{i(\omega t - \phi)}$. Setzen Sie dies in die obige Gleichung ein und zeigen Sie, dass dann gilt:

$$x_0 = \frac{q_e E_0}{m_e} \frac{1}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \gamma^2\omega^2}} \quad .$$

Stellen Sie die Amplitude $x_0(\omega)$ im Bereich $\omega \ll \omega_0$ über $\omega = \omega_0$ bis $\omega \gg \omega_0$ grafisch dar und diskutieren Sie den Graphen. Welchen Einfluss hat γ?

c) Leiten Sie einen Ausdruck für die Phasenverschiebung ϕ her und stellen Sie auch $\phi(\omega)$ grafisch dar und diskutieren Sie den Graph und ebenfalls die Bedeutung von γ.

d) Stellen Sie das induzierte Dipolmoment $p(t) = qx(t) = \alpha(\omega)E(t)$ auf (vereinfachen Sie $\phi = 0$) und identifizieren Sie die frequenzabhängige Polarisierbarkeit in der Form $\alpha(\omega) = Re(\alpha(\omega)) + iIm(\alpha(\omega))$. Daraus lässt sich nun die komplexe dielektrische Funktion

$$\epsilon(\omega) = \epsilon_0 + N\alpha(\omega)$$

in Real- und Imaginärteil bestimmen.